

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-224636

(P2004-224636A)

(43) 公開日 平成16年8月12日(2004.8.12)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>  
C01B 31/02F 1  
C01B 31/02 101Fテーマコード (参考)  
4G146

審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L. (全 5 頁)

(21) 出願番号  
(22) 出願日特願2003-14191 (P2003-14191)  
平成15年1月23日 (2003.1.23)(71) 出願人 500208531  
滝川 浩史  
愛知県豊橋市王ヶ崎町字上原1番地の3 (1-104)  
(71) 出願人 591064944  
夏目 伸一  
愛知県新城市字奥井道56番地  
(72) 発明者 滝川 浩史  
愛知県豊橋市王ヶ崎町字上原1番地の3 (1-104)  
(72) 発明者 夏目 伸一  
愛知県新城市字奥井道56番地  
F ターム (参考) 4G146 AA07 AA11 BA42 BC17 DA03  
DA17 DA27 DA47

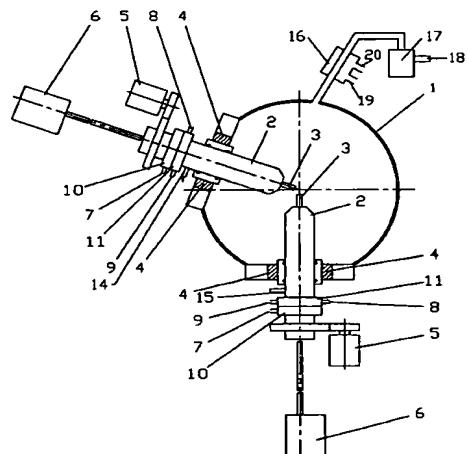
(54) 【発明の名称】カーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機

## (57) 【要約】

【課題】アークを用いて、炭素系素材からカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料等のカーボンナノ材料を製造する手法があるが電極の変形や直流動作時の負極に堆積するカーボン生成物が連続生成において支障がでたり、置換シールドガスの冷却、生成品の回収がバッチ式で長時間の熱による変性など問題があった。

【解決手段】炭素系素材の回転および冷却、運転中の定電流電源の電圧をモニターしアーク放電中の炭素系素材を距離を移動させ放電電流が常に一定になる制御機能、製造物の冷却機構を具備し、カーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を連続的に回収する。炭素系素材に触媒を混ぜることにより、供給電流を直流か交流、もしくはそれらのパルスか、また冷却を変えることにより、製造物の種類を変える。直流運転時に一極にカーボン生成物が堆積するのを極性変換で除去し長時間の運転を可能にした。

【選択図】 図 1



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

常温常圧の大気中、もしくは大気を他のガスに置換し、炭素系素材に交流や直流でアーク放電させると炭素系素材の表面にカーボンナノ製造物が製造されることは認知されているが、まだ連続製造には至っていない。本装置はアークを発生する棒状炭素系素材を回転させ、アークが相手の炭素系素材に対し90度以下の角度で放電させ、自動連続製造できることを特徴としたカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

## 【請求項 2】

製造中、炭素系素材がアークの熱により温度が上がり、回転シャフトや素材の温度が必要以上に上がり始める。温度上昇を防ぐため、回転する炭素系素材固定部分に水冷部を設けたことを特徴とするカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

10

## 【請求項 3】

アークを炭素系素材に、ある25度以下の角度でとばしトーチシールドガス量を調節するとアーク本来の火花からアークジェットと呼ばれている火花が発生し大量のカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料が連続製造される、ふつうなら炭素系素材の表面に製造物が付着するがアークジェットにより吹き飛ばされ、ブラシやスクリーパーで、炭素系素材から剥離する必要がないカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

20

## 【請求項 4】

アークやアークジェットにより炭素系素材はカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料に変性させられ炭素系素材の直径が減少していきアークの飛ぶ距離が変化し、アークの特性が著しく変わる、一定条件下で製造しているカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料の品質が保たれなくなる。そのため両電極をゆっくり回転させ、製造による炭素系素材の消耗で形状が変化し電極間距離が変化が無いようにし、定電流電源が必要に応じ電圧が変化する特性を利用し電極間距離を一定に制御する機構を持ったカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

30

## 【請求項 5】

製造されたナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料はほとんどが置換シールドガスと空中を飛散しているので、置換シールドガスを冷却しながらカーボンナノ物質を回収する装置を設けたカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

## 【請求項 6】

放電する炭素系素材に添加する極性を変えることによりマイナス電極に堆積したカーボンナノ素材を剥離する電極清掃装置機構を持ったカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

40

## 【発明が属する技術分野】

本発明は、トーチアーク法によるカーボンナノチューブや、カーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

カーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料の製造は、発見されて間もないこともあり、ほとんどが炭素系電極を対向させてアークを発生させている。交流では電極にカーボンナノ物質が付着しないが、直流ではマイナス電極側に堆積したものをスクリーパーやブラシ等で剥ぎ落としていた。

また、炭素系素材が製造による変形などで電極間距離が変化し均一な物質が製造できてい

50

なかった。均一化されたカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を、大量に製造することは困難であり、単なるアーク放電だけによる製造は効率も悪く、紫外線や熱も多量に発生し、冷却等の問題もあり、また製造物が炭素系素材に強固に付着し剥離もうまくいかず大量製造は不可能であった。

### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

解決しようとする問題点は、連続して高品質なカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を製造するため、炭素系素材を冷却すること、炭素系素材の消耗による形状変化で生成条件が著しく変化し生成物の品質が変わるので極力さけるのと生成したカーボンナノ物質を剥離しないで回収する方法である。

10

### 【0004】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明は、アークによって変形する炭素系素材を回転させ放電を全周で受け持ち一部のみ変形するのを防ぎ、過熱防止のため炭素系素材や固定軸を冷却した。連続製造によって消耗していく炭素系素材を自動供給し電極間隔を、定電流電源は、電極間距離と供給電圧は表1のようになるので、この特性を利用し自動制御を行う。

両電極の角度や調節されたアークと置換シールドガスで、アークジェットを生じさせ製造物を吹き飛ばし、炭素系素材の表面に製造付着したカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を炭素系素材から剥離させる装置を必要とした。

### 【0005】

#### 【発明の実施の形態】

棒状や円筒状炭素系素材を回転させると同時に、炭素系素材がアークの熱による温度上昇を防ぐため保持金具全体を冷却し、製造により消耗した炭素系素材を自動的に供給したり、相互の炭素系素材の電極間距離を一定に保つために、定電流電源の電流の増減により電圧を上下させる特性を利用し電極間距離の制御を行い、トーチシールドガスを調節し、アークの周辺や延長先にアークジェットを発生させ、生成されたカーボンナノ物質を吹き飛ばしスクレーパーやブラシで搔き取る必要を無くし、長時間の連続製造を実現した。

20

### 【0006】

#### 【実施例】

図1は、本発明装置のイメージ図で、記号は図1、図2、図4、図5、は同一の部位を示す。図3、4、5は炭素系素材電極の変化を説明している。

30

1は、水冷チャンバー、2は、水冷電極保持器、3は、炭素系電極で品質や直径は製造品目により変わる、4は、電極保持金具をチャンバーから熱絶縁、電気絶縁する絶縁体、5は、電極回転手段、6は、炭素系素材送り手段、7は、置換シールドガス入り口、8は、水冷保持器冷却水出口、9は、水冷保持器冷却水入り口、10は、置換シールドガスロータリージョイント、11は、冷却水用ロータリージョイント、12は、冷却用水ジャケット、13は、置換シールドガスノズルで炭素系素材電極支持もかねている。14は、電力供給用ブラシ、15は、電力供給用ブラシ、16は、置換シールドガス冷却器、17は、カーボンナノ物質回収器、18は、置換シールドガス排気口である。

40

### 【0007】

このように、対向電極にせず90度以下の角度をもたせ、3の炭素素材を冷却しながら回転させアーク放電させるがそのメリットは図3が生成開始時の電極である、アーク放電させ続けると4図のように炭素系素材の端が変形しAとAAのように形状がくずれ放電も不規則になる、そこで3の炭素系素材を回転させると図5のように先端が丸くなりアーク放電も乱れなくなり供給電圧で電極間距離の制御がたやすい。

3は同一素材でも異種素材でも径が異なってもかまわないが電極間の制御からみれば一方が大きい方がコントロールが行いやすい。各電極は電極間が離れすぎたり近づきすぎないように6の電極送り装置で制御されている。

### 【0008】

アークトーチでカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料類を製造

50

する場合、放電する距離が品質安定のため重要な要素となる。

本発明では電源に定電流電源（一般溶接機もこれに準じている）の特性を利用し図4Aの電極間距離を制御している。

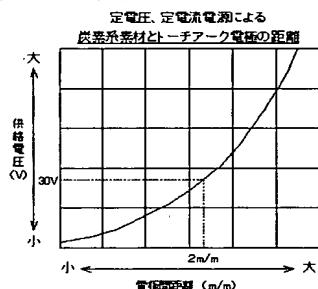
表1のように定電流電源は、負荷が増加すると電圧が上昇し、負荷が減少すると電圧が下降し、常に一定の電流が流れるように自動制御されている。電流値を固定した場合の電極間距離をX軸 供給電圧をY軸にとり表したものである。

このように電極間距離が広くなると、アーク放電にとって負荷が増えたのと等価であるため、供給電圧は上昇する。固定電流200Aとし、そのときの電極間距離を2ミリメートル、供給電圧を30Vとするとこの条件下で放電電圧を測り、常に30Vになるようにアーチトーチを移動すれば、素材は製造により外形が小さくなったり、電極が消耗して電極間距離が長くなってしまっても、図1の12のアーチトーチを径方向移動手段で、15の電極と炭素系素材の距離を縮めたり広げたりして、常に30Vの供給電圧になるように制御すれば一定の電極間距離を保つことができる。

#### 【0009】

##### 【表1】

定電圧、定電流電源による炭素系素材とトーチアーケ電極の距離



#### 【0010】

##### 【発明の効果】

本発明は、現在高価なカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を、アーチトーチを用いて低コストで連続製造する装置を提供する。

炭素系素材から生成物が剥離するので長時間の連続生成が可能である。また鉄鋼業界では巨大な電気炉や溶鉱炉等でアーク放電は利用されており、そのような技術を本発明に適用することにより、さらに低コストのカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を提供できる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】カーボンナノチューブ製造機のイメージを示した説明図である。（実施例）

【図2】カーボンナノチューブ製造機、炭素系素材電極と冷却の説明図 矢印は水の流れと置換シールドガスを示す

【図3】炭素系素材電極の装着時の形状説明図

【図4】炭素系素材電極の回転しない場合の形状説明図

【図5】炭素系素材電極の回転させた場合の形状説明図

##### 【符号の説明】

- 1 水冷チャンバー
- 2 水冷電極保持器
- 3 炭素系電極
- 4 熱、電気絶縁体
- 5 電極回転手段
- 6 素材送り手段
- 7 シールドガス入り口
- 8 冷却水出口
- 9 冷却水入り口

10

20

30

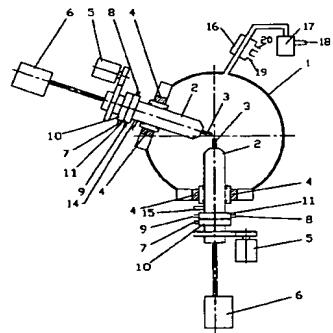
40

50

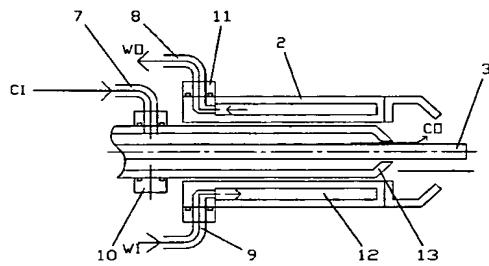
1 0 ガスロータリージョイント  
 1 1 冷却水ロータリージョイント  
 1 2 冷却水ジャケット  
 1 3 電極支持金具  
 1 4 電力供給用ブラシ  
 1 5 電力供給用ブラシ  
 1 6 置換シールドガス冷却器  
 1 7 回収器  
 1 8 シールドガス排気口  
 $\alpha$  角度  
 A 電極間距離  
 AA 電極間距離

10

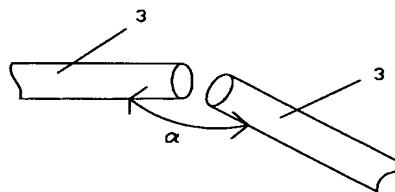
【図 1】



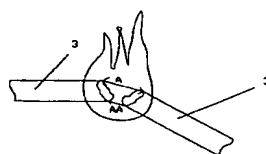
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

